PROGRAMMA HORIZON 2020

URBAN NATURE LABS – WP5 – T5.3

Attività:

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DELLA EX CASERMA GAVOGLIO PER LA REALIZZAZIONE DEL PARCO URBANO

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo:

RELAZIONE DI VERIFICA DELLA COMPATIBILITA' TRA LE OPERE PREVISTE E LE OPERE DI CONTENIMENTO PRESENTI – OPERE DI MESSA IN SICUREZZA DELLE PARTI AMMALORATE DEL MURAGLIONE DI VIA VENTOTENE

Doc. n: I0070\ESE\PARCO\DEF\STR\R022

Timbro e firma

Rev.	Data	Sez.	Pag.	Redatto	Controllato	Approvato	Descrizione
1	11/7/2018	02	14	MG	FB	SB	Per Emissione

Infrastrutture Recupero Energia Agenzia Regionale Ligure I.R.E. S.p.A.
Sede Legale Via Peschiera 16, 16122 Genova
info@ireliguria.it irespa@legalmail.it www.ireliguria.it
Capitale Sociale € 372.972,00 Codice fiscale e Partita IVA 02264880994
Registro Imprese Genova R.E.A. n. 473022
Soggetta alla direzione ed al coordinamento di FI.L.S.E. S.p.A.

DIVISIONE SANITÀ, TUTELA DEL TERRITORIO E PROGRAMMI DI INTERESSE STRATEGICO
Via XX Settembre 41, 16121 Genova
tel. +39 0105488834 fax +39 0105700490
infrastrutture@ireliguria.it

SOMMARIO

1 PREMESSA 3
2 OPERE GEOTECNICHE ESISTENTI E NUOVI INTERVENTI 3
2.1 ZONA 1 3
2.2 ZONA 2 4
2.3 ZONA 2.1 6
2.4 ZONA 2.2 10
2.5 ZONA 3 12
2.6 ZONA 4 14

ALLEGATI

Allegato 1 – Planimetria generale con individuazione zone
Allegato 2 – Verifica terra armata

1 PREMESSA

Il presente documento rappresenta la relazione di verifica della compatibilità tra le opere previste e le opere di contenimento presenti – opere di messa in sicurezza delle parti ammalorate del muraglione di via Ventotene del Progetto Definitivo del "Progetto di riqualificazione della ex Caserma Gavoglio per la realizzazione del Parco Urbano".

Lo scopo di questa relazione è di verificare la compatibilità delle opere previste con i manufatti esistenti e con lo stato di fatto in generale.

L'area oggetto di intervento è sita a Genova nella zona del Lagaccio, nell'area compresa tra Via del Lagaccio e Via Ventotene, e si estende verso nord ovest, comprendendo la stretta valle (valletta del rio Cinque Santi) compresa tra Via Napoli e Via Cinque Santi, per una superficie totale di circa 16.000mq.

Attualmente l'area è quasi completamente in stato d'abbandono e sono presenti diversi edifici inutilizzati.

Il progetto prevede una riqualificazione completa di tutta l'area al fine di insediarvi un parco urbano: sono previste aree relax, zone giochi e per attività sportive, per attività sociali e vari percorsi.

Per realizzare quanto sopra è prevista la demolizione di gran parte degli edifici oggi presenti e la rimodellazione del terreno per adeguare le quote altimetriche a quelle di progetto.

2 OPERE GEOTECNICHE ESISTENTI E NUOVI INTERVENTI

Il progetto è stato suddiviso in "zone" al fine di individuare interventi con caratteristiche tali da generare criticità omogenee. Si riporta in allegato ("Allegato 1") l'elaborato grafico dove viene rappresentata la planimetria con le zone individuate.

2.1 ZONA 1

L'intervento nella zona 1 prevede la realizzazione di una gradonata in gabbioni finalizzata a mitigare l'impatto visivo e di isola di calore del muraglione sottostante Via Ventotene, tale gradonata ospita, inoltre, una rampa pedonale con funzione di percorso per disabili (con pendenza pari all'8%). La gradonata sarà addossata alla parte a sud del muraglione ad arconi a valle di Via Ventotene la cui parte più a nord è crollata a seguito della nota frana.

In questa zona è stato effettuato un rilievo geometrico ed è stata eseguita una indagine visiva che ha mostrato l'assenza di lesioni / deformazioni / movimenti che possano lasciar intendere che il muraglione sia in sofferenza strutturale. È opportuno anche precisare che il muraglione ha funzione di solo rivestimento della roccia su cui sorge la Via Ventotene e su cui sorgono gli edifici della via. Per poter realizzare l'area di insediamento della Caserma

Gavoglio, probabilmente, la stretta valle è stata allargata tagliando sub-verticalmente la roccia che è stata rivestita dall'attuale muraglione ad arconi.

Nella zona più a nord (zona 2), per quanto è stato possibile visionare e ipotizzare, sembrerebbe che il muraglione fosse stato rialzato e che a tergo fosse stato effettuato un riempimento che ha generato una spinta sull'opera geotecnica inizialmente non prevista. Tale sopraelevazione, non presente nella zona 1, potrebbe essere stata quindi la causa della frana.

Considerato quanto sopra e considerato che la gradonatura in gabbioni non avrà l'onere di sostenere il muraglione ma solo di celarne una parte, migliorandone inoltre le condizioni dal punto di vista geotenico, (l'opera darà vita infatti ad una sorta di "piede" aggiuntivo al muraglione), l'intervento risulta fattibile senza particolari accortezze nei riguardi del muraglione e senza quindi particolari prescrizioni.

2.2 ZONA 2

Prima di procedere con qualsiasi valutazione di carattere tecnico è necessario evidenziare che il team di progetto si è confrontato con i progettisti e gli esecutori dell'intervento di ricostruzione di Via Ventotene e che sono stati reperiti gli elaborati progettuali. L'intervento realizzato ha previsto la costruzione di una sorta di viadotto su colonne che appoggiano su un cordolo di collegamento dei pali di fondazione. Tale opera di fondazione è realizzata arretrata rispetto al "filo" del muraglione crollato, avvicinandosi quindi al substrato roccioso sano e i micropali di fondazione, di diametro 200 mm e di lunghezza pari a 6 metri, sono ammorsati nella roccia calcarea sana.

Nella zona 2 l'odierno progetto prevede la prosecuzione della gradonatura in gabbioni già descritta nel precedente paragrafo. In quest'area l'opera non avrà solo finalità estetica ma sarà realizzata con terre armate in rete a doppia torsione con paramento in gabbione metallico munito di tasca invertita. Tale opera "monolitica" avrà il compito di sostenere le eventuali spinte provenienti dal fronte (cumulo di detriti derivanti dal crollo della via Ventotene) che verrà rimodellato.

In allegato ("Allegato 2") si riporta una verifica sommaria dell'opera che è stata condotta utilizzando, a favore di sicurezza, un'inclinazione di 60° del paramento in gabbioni nella parte superiore alla passerella. Nel progetto esecutivo verranno verificate diverse sezioni e sarà definita la modalità di intervento da eseguirsi nel fronte a monte dei gabbioni al fine di consentirne la realizzazione qualora le pendenze risultassero superiori al valore dell'angolo di natural declivio.

L'opera è stata progettata limitando gli sbancamenti del fronte al fine di non interferire con le zone di terreno ove si scaricano le azioni provenienti dai pilastri del nuovo viadotto di Via Ventotene.

Si è quindi provveduto a definire le zone che è opportuno non rimaneggiare e che sono individuate nella Figura 1 con il tratteggio (si precisa che le quote altimetriche sono indicative e sono riferite ad una specifica sezione mentre le indicazioni d'indirizzo progettuale sono di carattere generale).

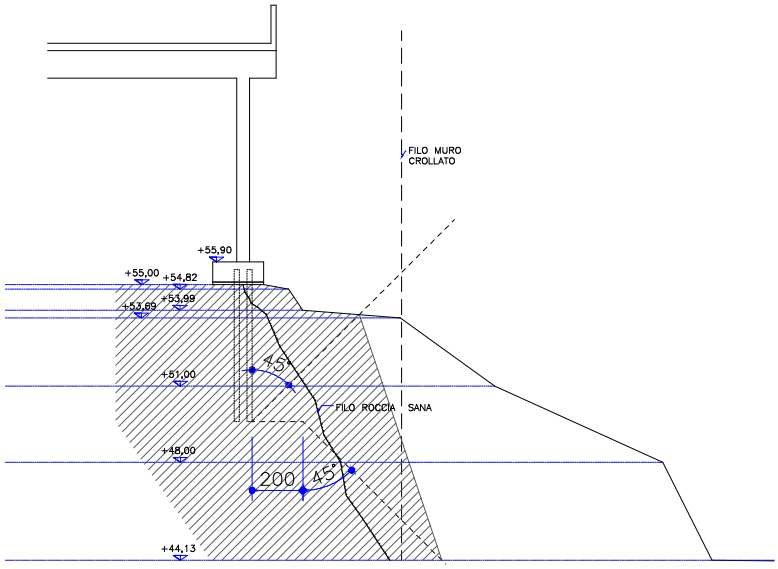


Figura 1: Porzione di terreno che non deve essere rimaneggiata

Sono stati valutati i limiti di scavo e degli interventi per scongiurare interferenze con le opere di fondazione esistenti e, in particolare, con i plinti su pali su cui è sorretto il tratto di strada che è stato ripristinato.

Per fare ciò sono stati individuati i seguenti tre aspetti:

1. L'influenza della testata dei pali nella trasmissione del carico con il terreno e l'interazione con l'ammasso roccioso.
2. La distribuzione della resistenza d'attrito lungo il fusto del palo nell'attraversare l'ammasso roccioso.
3. L'influenza di scavi e rimodellamenti sulle tensioni verticali (e quindi orizzontali sui pali) dei terreni prossimi ai pali.

Tutti questi aspetti restano di difficile determinazione e dipendono fondamentalmente dal tipo di terreno che i pali attraversano, nel nostro caso i pali attraversano dalla sommità fino alla base dei calcari di buone/ottime caratteristiche geomeccaniche posizionati in traverpoggio.

La letteratura geotecnica stima per pali attraversanti strati rocciosi i seguenti angoli di diffusione del carico:

1. Trasmissione alla punta con diffusione del carico tra 45° e 30°.
2. Trasmissione della resistenza d'attrito lungo il fusto con diffusione di 30°.
3. Influenza di scavi e rimodellamenti circostanti con diffusione delle tensioni tra 45° e 45°-($\phi'/2$).

Seguendo questi principi e considerando i valori cautelativi, vista la delicata situazione dell'area di intervento, si è provveduto ad individuare sulle sezioni di intervento tali limiti geometrici che permettano di individuare i limiti di intervento che non pregiudichino la stabilità delle opere di fondazioni già realizzate, come è stato appunto evidenziato nella Figura 1.

Il progetto prevede infine, nella zona a monte del cumulo di detriti, la realizzazione di due reti metalliche, la prima fissata al fronte di roccia a tergo dei pilastri del nuovo impalcato stradale avrà funzione antierosiva e la seconda, verticale sul filo esterno dei pilastri, avrà la funzione di mascherare l'opera realizzata mediante l'ausilio di rampicanti. Queste ultime reti saranno solidarizzate a dei cavi verticali che saranno fissati in basso al cordolo di fondazione di pilastri e in alto alla soletta della nuova strada.

È opportuno chiarire che l'intervento eseguito dai privati, abitanti di Via Ventotene, era atto a ridare continuità alla via e, quindi, a ripristinarne la viabilità e non era volto a porre in sicurezza e a stabilizzare definitivamente le porzioni di muro a confine con il crollo. Risulta quindi necessario che i lembi di muraglione rimasti in opera (nelle zone di confine tra la porzione di muraglione crollata e quelle rimaste, appunto, in opera) vengano poste in sicurezza con interventi di mitigazione del rischio.

2.3 ZONA 2.1

La zona 2.1 è una sottozona della 2. Si riferisce alla zona di confine tra la porzione di muraglione crollata e quella rimasta in opera sul lato destro guardando la frana. Durante il crollo il paramento ha sollecitato e danneggiato la porzione rimasta in opera posta al di sopra dell'arcone più a nord rimasto parzialmente in opera (evidenziata con un cerchio arancione nalle Foto 1).

Foto 1: La frana di Via Ventotene e le porzioni di muraglione non crollate (sono evidenziate le porzioni di paramento rimaste in opera da consolidare)

Dal rilievo e da una indagine visiva appare evidente che il terreno proveniente dalla frana e riversato ai piedi del muraglione in corrispondenza dell'ultima pilastrata semidistrutta provenga dalla zona più a nord ed è quindi lecito presupporre che la parte bassa della citata pilastrata sia ancora in opera (come si vede chiaramente nella Foto 2 scattata a seguito della frana, prima dell'esecuzione dei lavori di ricostruzione della Via Ventotene). Il progetto definitivo strutturale è quindi stato sviluppato sotto questa ipotesi che dovrà essere verificata prima dell'avvio della progettazione esecutiva mediante l'esecuzione di uno scavo a pozzo di moderata profondità (da 1 a 2 metri) in corrispondenza della pilastrata soprindicata. Tale scavo potrà confermare (o confutare) le ipotesi qui fatte.

Foto 2: Vista della zona 2.1 a seguito della frana, prima della realizzazione della nuova porzione di strada

Il progetto prevede quindi i seguenti interventi che, per ragioni di sicurezza, devono essere realizzati nell'ordine con cui sono sotto elencati:

1. Puntellamento della porzione di muro oggetto di consolidamento strutturale.
2. Realizzazione di un sistema di chiodatura della porzione di muratura oggi ritenuta non sicura.
3. Realizzazione della parte bassa (contro roccia) della nuova porzione di paramento in conglomerato cementizio armato (Classe C25/30), a ripristinare l'ultima pilastrata previo inghisaggio delle travi metalliche come meglio descritto nel seguito.
4. Realizzazione della parte alta (distaccata dalla roccia) della nuova porzione di paramento in conglomerato cementizio armato (Classe C25/30), a ripristinare e ricucire i lembi di muratura a confine con il crollo, collegandoli con la pilastrata ricostruita.

La pilastrata ha uno spessore medio di circa 1 metro (lo spessore è molto variabile in quanto il paramento è stato realizzato (e quello nuovo sarà a sua volta realizzato) contro roccia.

Solo nella parte alta è stata rilevata la presenza di un getto di conglomerato grossolano a tergo del paramento, dello spessore di circa 1 metro. A favore di sicurezza si è pertanto supposto che le chiodature debbano sopportare a taglio il peso del paramento e del retrostante conglomerato considerando nulli i contributi della coesione tra strutture e roccia

retrostante e del contributo fornito dalla parte di muratura immediatamente a destra della chiave dell'arco, che è stabile e che è in continuità con il lembo da porre in sicurezza.

Si prevede la realizzazione di una chiodatura realizzata con una barra metallica ϕ20 classe 8.8 con passo 1,2 x 1,2 metri. La lunghezza indicativa delle barre è di 4-5 metri; queste infatti non lavoreranno a trazione ma a taglio e la loro lunghezza non è funzione della loro verifica a sfilamento dalla roccia ma dell'"andamento" della roccia ove è previsto un ammorsamento di almeno 2 metri. Ciascuna barra avrà pertanto il compito di sostenere una porzione di paramento di peso pari a:

P_{SLU} = 1,2 m * 1,2 m * 2 m * 25 kN/m^3 * 1,3 = 94 kN

Le barre hanno una resistenza a taglio ultima pari a:

$V_{rd} = A_{res} * f_{d,V}$ = 97 kN

valore superiore al taglio sollecitante V_{sd} che è pari al peso della porzione di muratura.

È opportuno precisare che le chiodature avranno un carattere temporaneo (sebbene non è prevista la loro rimozione, per maggior sicurezza) in quanto, ad opera completata, i carichi potranno tornare ad essere scaricati a terra tramite la pilastrata ricostruita e alla roccia a tergo del muro per mezzo travi metalliche HEB120 (Acciaio S355) annegate nel getto e inghisate alla muratura con malta cementizia tixotropica.

A favore di sicurezza viene qui nel seguito verificato che la nuova muratura in calcestruzzo armato, nella propria sezione più stretta, abbia la capacità meccanica di sopportare a compressione il carico del soprastante muro e che le travi metalliche sopra descritte abbiano resistenza a taglio sufficiente per trasferire i carichi alla retrostante roccia.

Il carico a compressione che solleciterà il nuovo muro è pari a:

P_{SLU} = (40 m^2 * 2 m * 25 kN/m^3 + 16 m^2 * 1,2 m * 25 kN/m^3) * 1,3 = 3225 kN

Nella sezione più ridotta la muratura avrà un'area di circa 2,00 m^2 e la resistenza ultima a compressione (considerando nullo il contributo delle orditure metalliche) risulta:

$N_{rd} = A_c * f_{cd}'$ = 22670 kN

Tale valore è ben superiore al peso sollecitante N_{sd}, pari al peso della porzione di muratura in equilibrio precario sommata alla porzione di muratura posta al di sopra della sezione in oggetto.

Come detto la parte bassa della muratura sarà appoggiata sulla testa della vecchia pilastrata e, a favore di sicurezza, verranno annegate nel getto delle travi metalliche inghisate alla parete di roccia affinché il carico totale possa essere trasferito alla parete senza dover sovraccaricare la vecchia pilastrata, qualora la stessa abbia subito danni irreparabili. Come

per i connettori anche in questo caso le travi metalliche saranno sollecitate solo a taglio e il peso totale che dovranno sostenere è:

P_{SLU} = 3225 kN + (30 m^2 * 1 m * 25 kN/m^3) * 1,3 = 4200 kN

Le travi hanno una resistenza a taglio ultima pari a:

$V_{rd} = A_s * f_{d,V}$ * n.7 travi HEB120= 4600 kN

Il nuovo muro dovrà essere realizzato con il paramento esterno arretrato di circa 3 cm rispetto al filo finito del muro esistente. Dopo l'esecuzione il muro dovrà essere rivestito con un intonaco di cemento e dovrà essere riproposta (in continuità) la bugnatura presente nella porzione di muro non crollata. L'intonaco di cemento dovrà essere pigmentato (con campionatura da sottoporre alla Direzione Lavori) al fine di ridare continuità anche cromatica al rivestimento del paramento del muro.

2.4 ZONA 2.2

Anche la zona 2.2, come la 2.1, è una sottozona della zona 2. Si riferisce alla zona di confine tra la porzione di muraglione crollata e quella rimasta in opera sul lato sinistro guardando la frana. A seguito del crollo sono rimasti in opera due monconi di muro perpendicolari al muraglione crollato (evidenziate con un cerchio viola nella Foto 1).

Si tratta di due porzioni di muri che erano collegati al paramento crollato e che sono visibili nella Foto 3.

Foto 3: Muri rimasti in opera nella zona 2.2

Per entrambi i muri, nel corso dei sopralluoghi e dei rilevamenti eseguiti, non sono stati riscontrati segni tali da lasciar intendere che gli stessi non abbiano ormai raggiunto una condizione di equilibrio.

È importante precisare che entrambi i muri hanno sostanzialmente perso il loro compito di sostegno del terreno e che, quindi, l'intervento è rivolto a migliorare le condizioni attuali eliminando le porzioni a sbalzo (tratteggiate in rosso nella Foto 3) o in fase di distacco e risarcendo i bordi mediante rete elettrosaldata ϕ6 10x10 chiodata al muro e rinzaffo con malta cementizia ad alta resistenza.

Alla porzione di terreno che si trova tra i due muri verrà data una scarpa di circa 45° (attualmente il fronte è quasi verticale) e sarà protetto con una rete antierosiva chiodata al terreno stesso.

Per completezza è doveroso sottolineare che l'intervento previsto non ha tenuto conto delle azioni provenienti dalla viabilità di Via Ventotene ritenendo che tali aspetti siano stati in toto affrontati durante la progettazione dell'intervento di ricostruzione dell'impalcato stradale (in particolare, ci si riferisce al parapetto lato nord di via Ventotene, che sorge in corrispondenza della testa del muro alto, per il quale non vengono qui eseguite le verifiche di impatto da parte di un'auto e, in generale, ci si riferisce ad ogni verifica correlata all'eseguito intervento e alle eventuali azioni procurate dalla viabilità).

2.5 ZONA 3

Nella zona 3 è prevista la demolizione di un edificio dismesso addossato al muraglione perimetrale. Da una indagine visiva e grazie alle indagini geognostiche svolte (in particolare ai sondaggi orizzontali) è stato possibile definire le caratteristiche costruttive del muraglione in questa area.

Nella Figura 2 (sezione concettuale fuori scala) si può capire meglio quanto è stato rilevato in sito. Il primo muraglione era probabilmente il muraglione originale. Al fine di poter realizzare la struttura, di cui si prevede la demolizione, è stato, presumibilmente, realizzato un "contromuraglione" privo di rilevanza statica ma avente la sola funzione di creare una "intercapedine" drenante e quindi di mantenere gli ambienti più salubri.

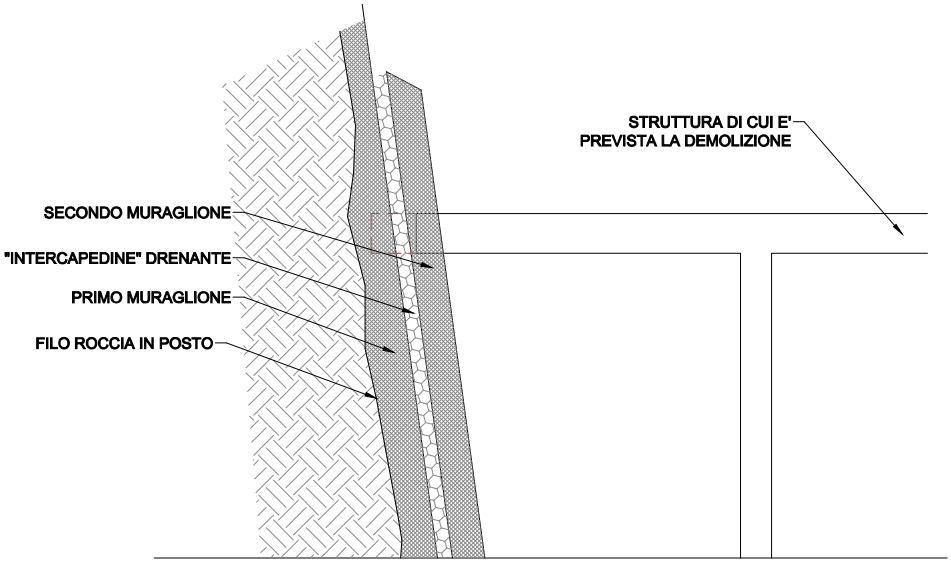


Figura 2: Sezione qualitativa del muraglione della zona 4 e della struttura a questo addossata di cui è prevista la demolizione

In questa zona sono state riscontrate due criticità.

La prima criticità deriva dalla necessità di demolire l'edificio monopiano, di cui si è in precedenza parlato, e che è schematicamente rappresentato nella Figura 2. Anche in questo caso è opportuno effettuare delle indagini più approfondite prima dello sviluppo del progetto esecutivo al fine di definire se le travi della copertura dell'edificio appoggiano sul secondo muraglione (ipotesi nella Figura 2 rappresentata in nero) o se appoggiano sul primo muraglione (ipotesi nella Figura 2 rappresentata in rosso).

Nel primo caso, quindi, qualora le strutture di copertura appoggino sul "contromuraglione" si ritiene che non forniscano alcun contributo di carattere statico alle opere geotecniche che rimarranno in opera.

Nel secondo caso, invece, qualora le strutture di copertura appoggino sul muraglione originario, è doveroso operare con maggior prudenza anche in relazione ai dettami normativi in vigore. Il D.M. 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni 2018), classifica gli interventi che interessano manufatti esistenti in tre tipologie:

- riparazione o intervento locale;
- intervento di miglioramento;
- intervento di adeguamento.

Per quanto riguarda la struttura del muraglione, l'intervento è certamente inquadrabile quale "intervento locale" che è consentito purché "non comportino una riduzione dei livelli di sicurezza preesistenti" (N.T.C. 2018 – Cap. 8, par. 8.4.1).

È evidente che se la struttura esistente fosse appoggiata al primo muraglione, avrebbe una funzione, per quanto minimale, di contrafforte dello stesso muro e, una sua demolizione, porterebbe certamente a una riduzione dei livelli di sicurezza rispetto alle condizioni preesistenti del muro (anche qualora i livelli di sicurezza siano comunque adeguati).

A questo livello di progettazione (definitivo) si ritiene di poter ipotizzare di trovarsi nel primo caso in quanto si presume che il "contromuraglione" e l'edificio siano coevi e, per evidenti ragioni costruttive, la copertura dell'edificio sia stata appoggiata a questo secondo muraglione. Occorre però prima dell'esecutivo, come scritto in precedenza, approfondire le indagini per definire la situazione con certezza ed eventualmente progettare delle opere di contrasto atte a sopperire alla venuta meno dell'attuale contrasto fornito dall'edificio.

La seconda criticità riscontrata è la significativa presenza di "venute d'acqua" dal muraglione nella zona più a ovest. Poiché il progetto prevede la realizzazione di una rampa pedonale immediatamente a ridosso del muraglione si ritiene di poter intervenire con una soluzione analoga a quella già eseguita con il primo "contromuraglione": nella parte bassa (zona in cui si sono riscontrate le venute d'acqua) si potrà realizzare un nuovo strato drenante (ponendo in opera un geocomposito drenante con una faccia in geotessuto – da posizionare contro il muraglione – e l'altra faccia in materiale impermeabile) cui verrà addossato il parapetto del camminamento. Nella parte bassa del drenaggio potrà essere inserito un tubo microforato per raccogliere l'acqua e quindi convogliarla per un eventuale riutilizzo. Per maggior chiarezza vedasi la Figura 3.

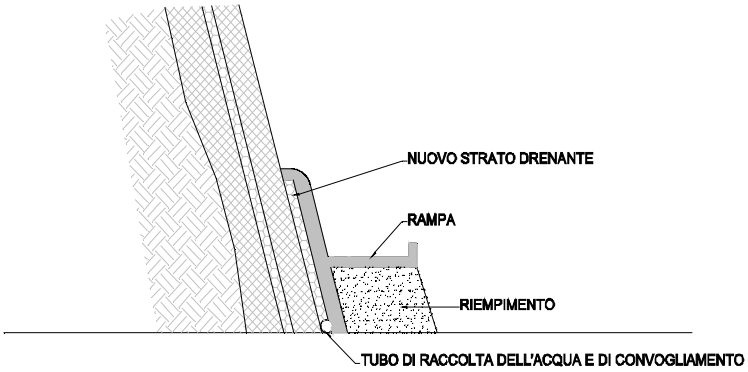


Figura 3: Schema del nuovo sistema di drenaggio del muraglione nella zona 3

2.6 ZONA 4

Come per le zone 1 e 2 più a valle, anche nella zona 4 i sondaggi e i rilevamenti in sito lasciano intendere che originariamente la valle fosse molto stretta e che, per avere una maggior fruibilità dell'area, la stessa sia stata artificialmente allargata. Anche in questa zona è stato possibile intuire la presenza di muraglioni di sostegno contromurati (come nella zona 3) ed è evidente una vistosa spaccatura orizzontale (che prosegue poi verticalmente nella parte più a ovest) nel "contromuraglione".

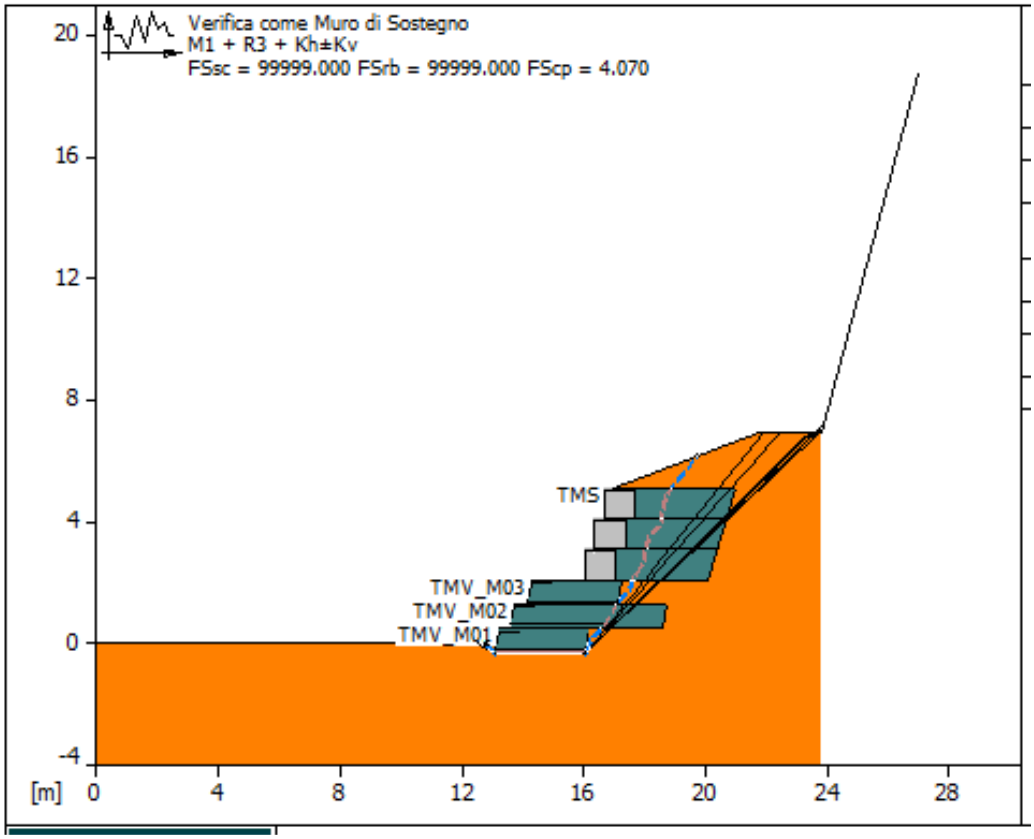
Addossati al muraglione sono stati rilevati dei muri perimetrali, a questo perpendicolari, di un vecchio edificio attualmente parzialmente crollato e/o demolito. Tali muri (di spessore circa pari a 1 metro) hanno una evidente funzione di contrafforte (sebbene probabilmente non siano stati costruiti a tale scopo). Dopo confronto con il Progettista e con i Tecnici della Committente, si è convenuto, poiché la riscontrata spaccatura mostra evidentemente un segno di sofferenza della struttura e poiché i citati contrafforti sono in corrispondenza di tale lesione, di mantenere gli stessi in opera affinché non vengano ridotte le risorse statiche dei muraglioni.

Occorre anche in questo caso provvedere ad eseguire un saggio in prossimità della spaccatura per verificare che la stessa non interessi anche il primo muraglione, quello originale, e in tal caso verificare che la stessa non sia frutto di un cedimento dell'opera di contenimento a causa delle spinte provenienti da monte. Contestualmente si suggerisce il monitoraggio in continuo della lesione mediante la posa in opera di fessurimetri elettronici atti a evidenziare eventuali cinematismi in atto.

DI GENOVA
3
4
OAV 05
OAV 04
PAV 03
RAIN GARDEN
FORNO
AREA PIC-NIC
OAV 04
PAV 02
PAV 09
PAV 02
VIA GENERALE
MAGAZZINO
AREA SPORTIVA
47.55
PAV 06
+48.00
+53.50
+46.00
+41.00
OAV 01
2.2
OAV 01
AREA GIOCO
PAV 05
DUCA D'OSTA
2
2.1
ENTOTENE
PAV 03
OAV 04
OAV 04
AREA SKATE
PAV 06
VIA
1
AREA FESTE
+41.50

ALLEGATO 2A

Verifica sezione EE – Condizioni statiche



SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI 2
PROFILI STRATIGRAFICI 2
BLOCCHI RINFORZATI 3
Blocco : TMV_M01 3
Blocco : TMV_M02 3
Blocco : TMV_M03 3
Blocco : TMS 4
CARICHI 4
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI 4
VERIFICHE 6
Verifica come muro di sostegno : 6
Verifica di stabilità interna : 8
Verifica di stabilità globale : 9
Verifica di stabilità interna : 11

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : GAB Descrizione : Riempimento paramento
Classe coesione: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione [kN/m²] : 17.00
Classe d'attrito: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito [°] : 40.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru) : 0.00
Classe di peso: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda [kN/m³] : 17.50
Peso specifico in falda [kN/m³] : 17.50

Modulo elastico [kN/m²] : 0.00
Coefficiente di Poisson : 0.30

Terreno : RIL Descrizione : Terreno da rilevato per terre rinforzate
Classe coesione: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione [kN/m²] : 0.00
Classe d'attrito: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito [°] : 30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru) : 0.00
Classe di peso: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda [kN/m³] : 18.00
Peso specifico in falda [kN/m³] : 19.00

Modulo elastico [kN/m²] : 0.00
Coefficiente di Poisson : 0.30

Terreno : SITO Descrizione : Terreno in sito
Classe coesione: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione [kN/m²] : 0.00
Classe d'attrito: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito [°] : 30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru) : 0.00
Classe di peso: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda [kN/m³] : 18.00
Peso specifico in falda [kN/m³] : 19.00

Modulo elastico [kN/m²] : 0.00
Coefficiente di Poisson : 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: ROCCIA Descrizione: 02
Terreno : Limite Roccioso

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	-4.00	23.78	-4.00	23.79	0.00	23.80	6.96
27.00	18.71						

Strato: SITO Descrizione: 01
Terreno : SITO

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	0.00	13.84	0.00	14.60	2.10	16.56	2.10
16.96	5.10	21.75	6.96	23.80	6.96		

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV_M01
Dati principali [m] : Larghezza = 3.00 Altezza = 0.79
Coordinate Origine [m] : Ascissa = 13.06 Ordinata = -0.29
Inclinazione paramento [°] : 10.00

Rilevato strutturale - materiale tipo : Ghiaia
Rilevato strutturale : RIL
Terreno di riempimento a tergo : RIL
Terreno di copertura : RIL
Terreno di fondazione : RIL

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof
Affondamento fondazione [m] : 0.29
Inclinazione pendio a valle [°] : 0.00

Rinforzi :
Maccaferri - Mineral Terramesh - 80° - 8/2.7 P - 0.79
Lunghezza [m] = 3.00
Interasse [m] = 0.79
Risvolto [m] = 0.65

Blocco : TMV_M02
Dati principali [m] : Larghezza = 7.00 Altezza = 0.79
Arretramento [m] = 0.40 da TMV_M01
Inclinazione paramento [°] : 10.00

Rilevato strutturale - materiale tipo : Ghiaia
Rilevato strutturale : RIL
Terreno di riempimento a tergo : RIL
Terreno di copertura : RIL
Terreno di fondazione : RIL

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof
Affondamento fondazione [m] : 0.00
Inclinazione pendio a valle [°] : 0.00

Rinforzi :
Maccaferri - Mineral Terramesh - 80° - 8/2.7 P - 0.79
Lunghezza [m] = 3.00
Interasse [m] = 0.79
Risvolto [m] = 0.65

Linear Composites - ParaGrid - 100
Lunghezza [m] = 7.00
Interasse verticale [m] = 0.79
Offset [m] = 0.00

Blocco : TMV_M03
Dati principali [m] : Larghezza = 3.00 Altezza = 0.79
Arretramento [m] = 0.40 da TMV_M02
Inclinazione paramento [°] : 10.00

Rilevato strutturale - materiale tipo : Ghiaia
Rilevato strutturale : RIL
Terreno di riempimento a tergo : RIL
Terreno di copertura : RIL
Terreno di fondazione : RIL

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof
Affondamento fondazione [m] : 0.00
Inclinazione pendio a valle [°] : 0.00

Rinforzi :
Maccaferri - Mineral Terramesh - 80° - 8/2.7 P - 0.79
Lunghezza [m] = 3.00
Interasse [m] = 0.79
Risvolto [m] = 0.65

Blocco : TMS
Dati principali [m] : Larghezza = 4.00 Altezza = 3.00
Coordinate Origine [m] : Ascissa = 16.06 Ordinata = 2.10
Inclinazione paramento [°] : 17.00

Terreno riempimento gabbioni : GAB
Rilevato strutturale - materiale tipo : Ghiaia
Rilevato strutturale : RIL
Terreno di riempimento a tergo : RIL
Terreno di copertura : RIL
Terreno di fondazione : SITO

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof
Affondamento fondazione [m] : 0.00
Inclinazione pendio a valle [°] : 0.00

Rinforzi :
Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.0x1.0
Lunghezza [m] = 4.00
Gabbione [m] : Altezza = 1.00 Larghezza = 1.00

CARICHI

Pressione : ROCCIA Descrizione : roccia
Classe : Permanente - sfavorevole
Intensità [kN/m²] = 108.00 Inclinazione [°] = 0.00
Ascissa [m] : Da = 21.75 To = 23.80

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Linear Composites - ParaGrid - 100

Carico di rottura Nominale Tr	[kN/m] :	100.00
Rapporto di Scorrimento plastico	:	0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico	[m³/kN] :	1.10e-04
Rigidezza estensionale	[kN/m] :	1111.00
Lunghezza minima di ancoraggio	[m] :	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)	:	1.54
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)	:	1.52
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)	:	1.52
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)	:	1.52
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.17

Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo	:	0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla	:	0.40

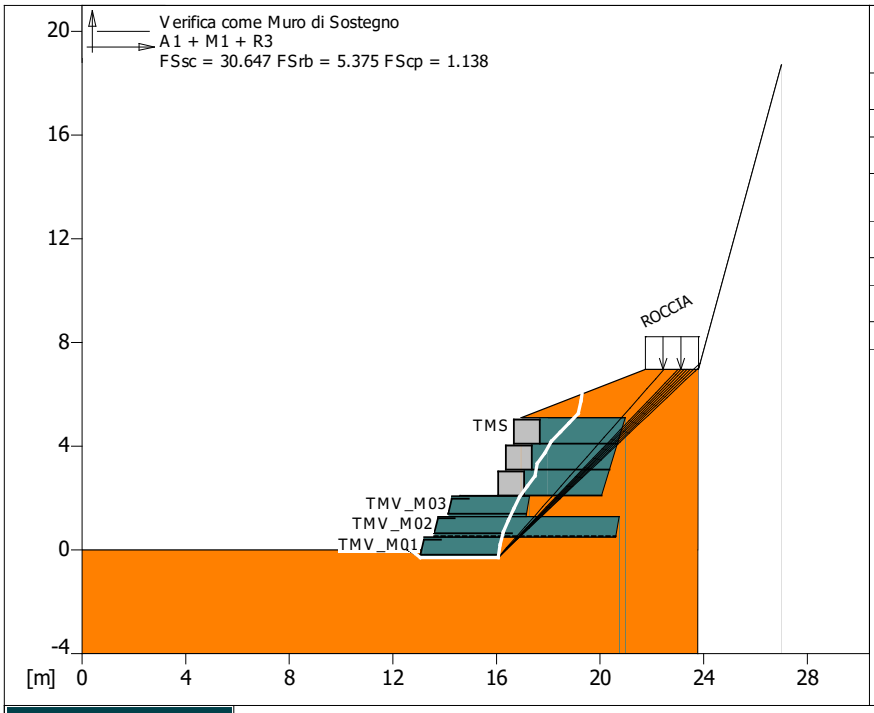
Maccaferri - Mineral Terramesh - 80° - 8/2.7 P - 0.79

Carico di rottura Nominale Tr [kN/m]	:	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico	:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico [m³/kN]	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale [kN/m]	:	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio [m]	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)	:	1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla	:	0.30

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.0x1.0

Carico di rottura Nominale Tr [kN/m]	:	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico	:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico [m³/kN]	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale [kN/m]	:	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio [m]	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)	:	1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla	:	0.30

VERIFICHE



Terre Rinforzate

TMV_M01	L=3.00	H=0.79	a=10.0
Maccaferri Mineral Terramesh - 80° 8/2.7 P - 0.79			3.00 - 0.79
TMV_M02	L=7.00	H=0.79	a=10.0
Maccaferri Mineral Terramesh - 80° 8/2.7 P - 0.79			3.00 - 0.79
Linear Composites ParaGrid 100			7.00 - 0.79
TMV_M03	L=3.00	H=0.79	a=10.0
Maccaferri Mineral Terramesh - 80° 8/2.7 P - 0.79			3.00 - 0.79
TMS	L=4.00	H=3.00	a=17.0
Maccaferri Terramesh System 8/2.7P - 1.0x1.0			4.00 - 1.00

MACCAFERRI
MacStARS W
Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

Proposta:

Sezione:

Documento: Sez. EE - Statica

Data: 18/06/2018

Pratica:

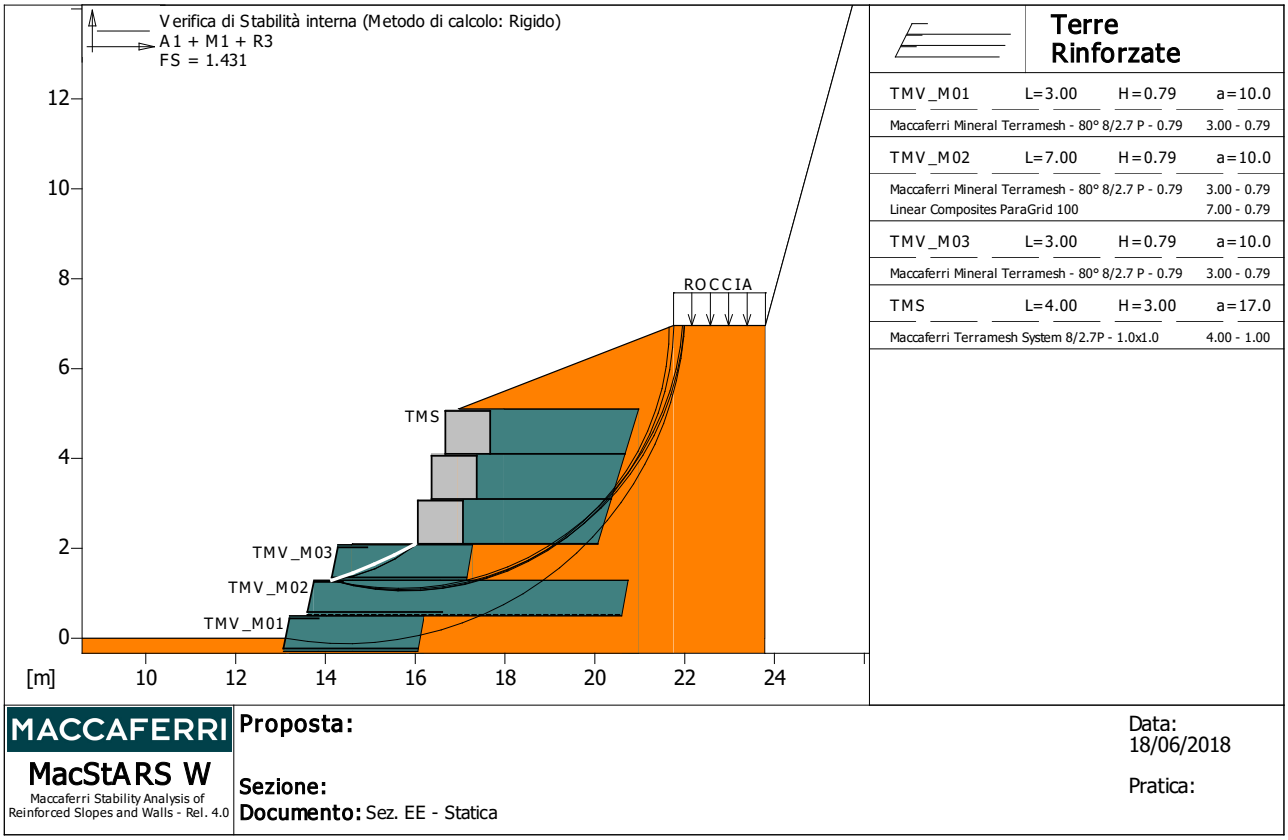
Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3
Stabilità verificata sul blocco : TMV_M01
Forza Stabilizzante.....[kN/m]....: 296.66
Forza Instabilizzante.....[kN/m]....: 8.80
Classe scorrimento.....: Coeff. parziale R - Scorrimento
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 30.647
Momento Stabilizzante.....[kN*m/m]....: 2472.90
Momento Instabilizzante.....[kN*m/m]....: 400.05
Classe momento.....: Coeff. parziale R - Ribaltamento
Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 5.375
Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima.....[kN/m²]....: 273.01
Pressione media agente.....[kN/m²]....: 171.30
Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante
Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 1.138
Fondazione equivalente.....[m]....: 3.00
Eccentricità forza normale.....[m]....: -2.53
Braccio momento.....[m]....: 45.46
Forza normale .....[kN]....: 513.83
Pressione estremo di valle.....[kN/m²]....:-2074.59
Pressione estremo di monte.....[kN/m²]....: 1577.76

Fattore	Classe
1.30	Permanente - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi

1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante
1.15	Coeff. parziale R - Ribaltamento



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.431

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMV_M01	Primo punto	Secondo punto
	16.00	22.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1

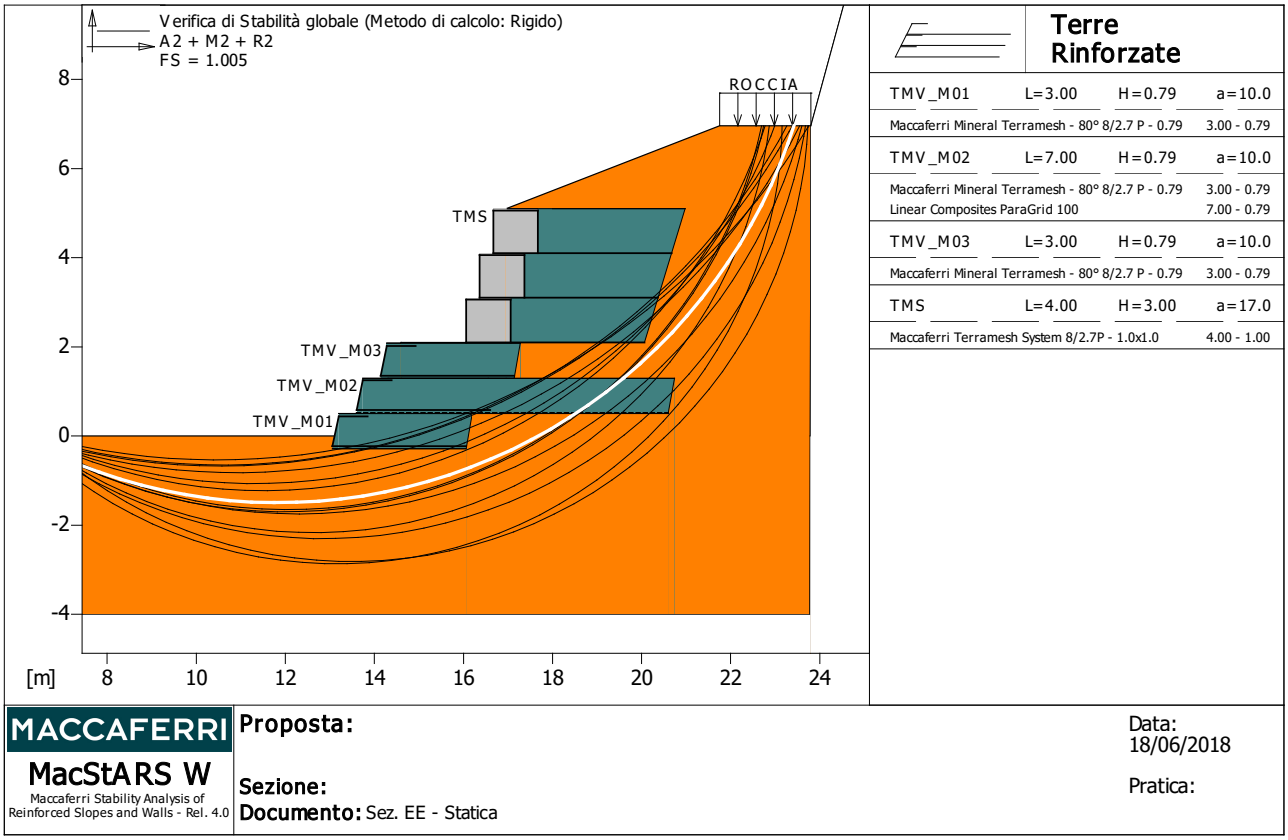
Numero totale superfici di prova.....: 100

Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]....: 0.50

Angolo limite orario.....[°]....: 0.00

Angolo limite antiorario.....[°]....: 0.00

Fattore	Classe
1.30	Permanente - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità globale :
Combinazione di carico : A2 + M2 + R2
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.005

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
6.00	13.00	20.00	27.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 50
Numero totale superfici di prova.....: 500
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]....: 0.50
Angolo limite orario.....[°]....: 0.00
Angolo limite antiorario.....[°]....: 0.00

Blocco : TMV_M01
Maccaferri - Mineral Terramesh - 80° - 8/2.7 P - 0.79

Y [m]	Tb rottura [kN/m]	Tp sfilamento [kN/m]	Td agente [kN/m]	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
0.000	50.0	-1.0	-1.0	-50.00	1.00

Blocco : TMV_M02
Maccaferri - Mineral Terramesh - 80° - 8/2.7 P - 0.79

Y [m]	Tb rottura [kN/m]	Tp sfilamento [kN/m]	Td agente [kN/m]	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
0.000	50.0	-1.0	-1.0	-50.00	1.00

Blocco : TMV_M02
Linear Composites - ParaGrid - 100

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	100.0	-1.0	-1.0	-100.00	1.00

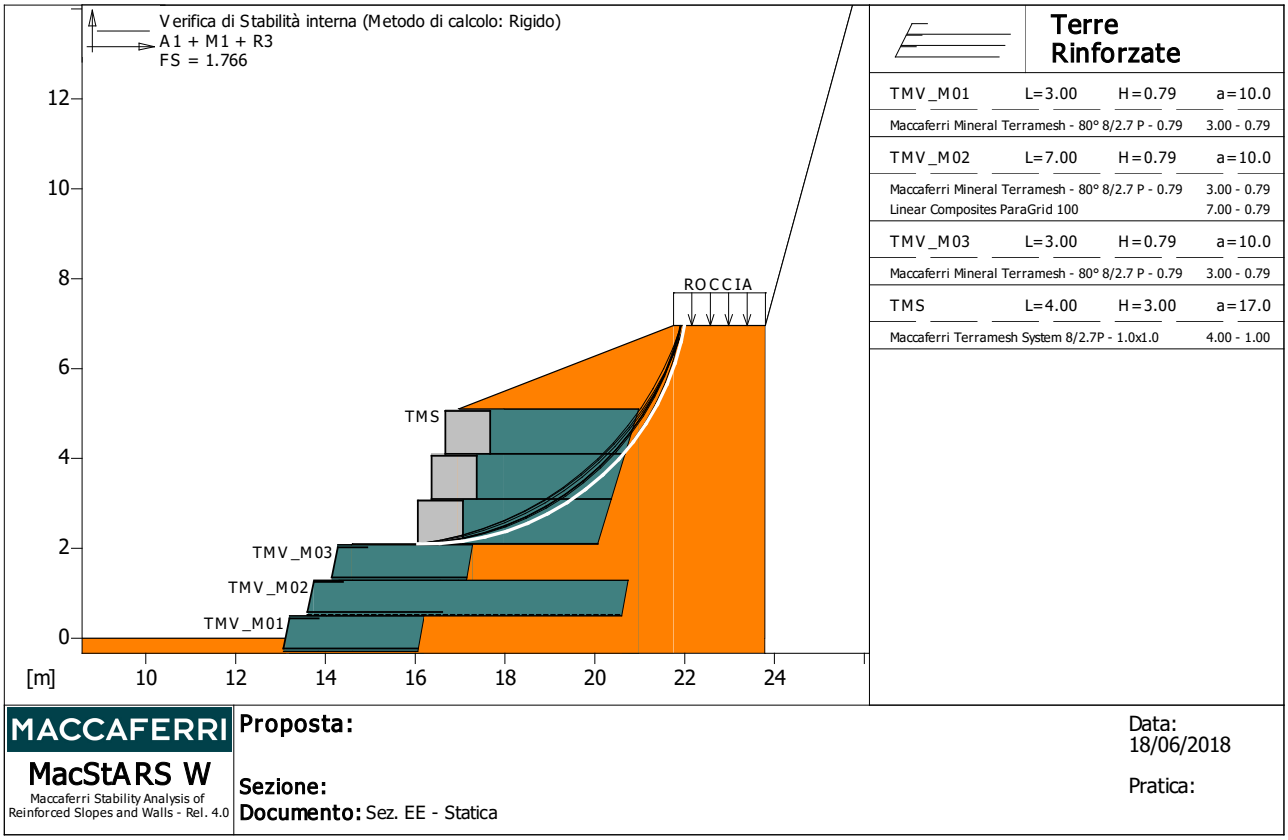
Blocco : TMV_M03
Maccaferri - Mineral Terramesh - 80° - 8/2.7 P - 0.79

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	-1.0	-1.0	-50.00	1.00

Blocco : TMS
Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.0x1.0

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	-1.0	-1.0	-50.00	1.00
1.000	50.0	-1.0	-1.0	-50.00	1.00
2.000	50.0	-1.0	-1.0	-50.00	1.00

Fattore	Classe
1.00	Permanente - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna :
Combinazione di carico : A1 + M1 + R3
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.766

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMS	Primo punto	Secondo punto
	17.00	22.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1
Numero totale superfici di prova.....: 100
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]....: 0.50
Angolo limite orario.....[°]....: 0.00
Angolo limite antiorario.....[°]....: 0.00

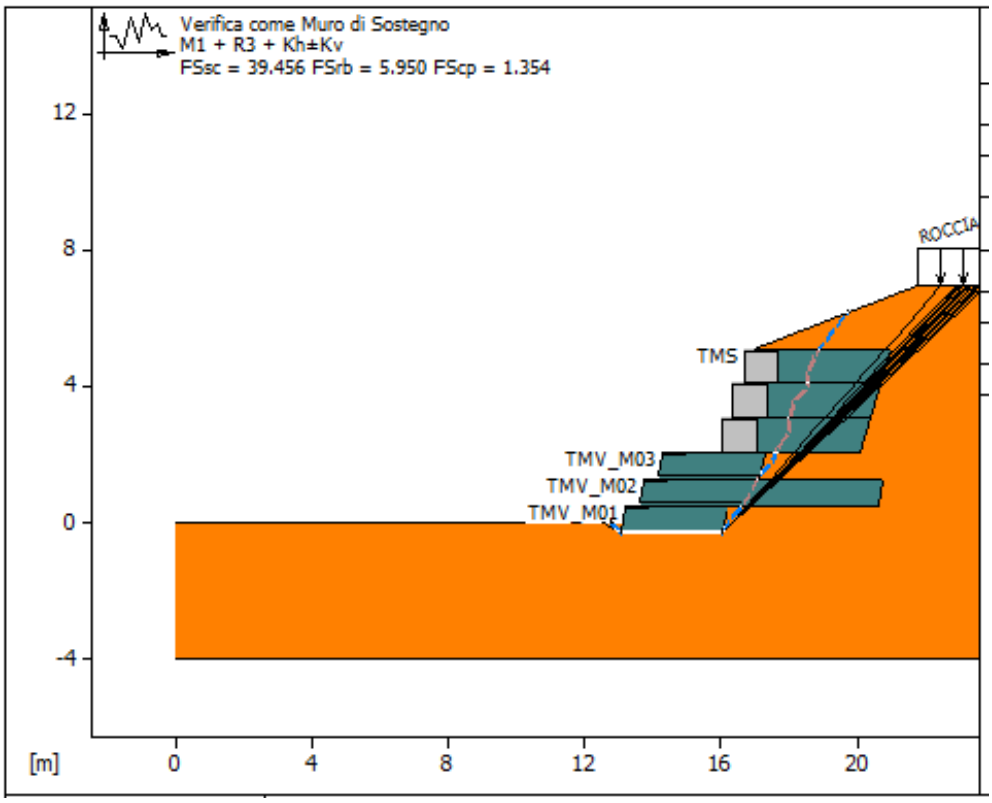
Blocco : TMS
Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.0x1.0

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
	rottura	sfilamento	agente	1/Fmax	
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
1.000	50.0	51.3	39.7	1.26	1.29

Fattore	Classe
1.30	Permanente - sfavorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi

ALLEGATO 2B

Verifica sezione EE – Condizioni Sismiche



SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI 2
PROFILI STRATIGRAFICI 2
BLOCCHI RINFORZATI 3
Blocco : TMV_M01 3
Blocco : TMV_M02 3
Blocco : TMV_M03 3
Blocco : TMS 4
CARICHI 4
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI 4
VERIFICHE 6
Verifica come muro di sostegno : 6
Verifica di stabilità interna : 8
Verifica di stabilità globale : 9
Verifica di stabilità interna : 11

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : GAB Descrizione : Riempimento paramento
Classe coesione: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione [kN/m²] : 17.00
Classe d'attrito: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito [°] : 40.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru) : 0.00
Classe di peso: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda [kN/m³] : 17.50
Peso specifico in falda [kN/m³] : 17.50

Modulo elastico [kN/m²] : 0.00
Coefficiente di Poisson : 0.30

Terreno : RIL Descrizione : Terreno da rilevato per terre rinforzate
Classe coesione: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione [kN/m²] : 0.00
Classe d'attrito: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito [°] : 30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru) : 0.00
Classe di peso: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda [kN/m³] : 18.00
Peso specifico in falda [kN/m³] : 19.00

Modulo elastico [kN/m²] : 0.00
Coefficiente di Poisson : 0.30

Terreno : SITO Descrizione : Terreno in sito
Classe coesione: Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione [kN/m²] : 0.00
Classe d'attrito: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito [°] : 30.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru) : 0.00
Classe di peso: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda [kN/m³] : 18.00
Peso specifico in falda [kN/m³] : 19.00

Modulo elastico [kN/m²] : 0.00
Coefficiente di Poisson : 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: ROCCIA Descrizione: 02
Terreno : Limite Roccioso

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	-4.00	23.78	-4.00	23.79	0.00	23.80	6.96
27.00	18.71						

Strato: SITO Descrizione: 01
Terreno : SITO

X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	Y [m]
0.00	0.00	13.84	0.00	14.60	2.10	16.56	2.10
16.96	5.10	21.75	6.96	23.80	6.96		

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : TMV_M01
Dati principali [m] : Larghezza = 3.00 Altezza = 0.79
Coordinate Origine [m] : Ascissa = 13.06 Ordinata = -0.29
Inclinazione paramento [°] : 10.00

Rilevato strutturale - materiale tipo : Ghiaia
Rilevato strutturale : RIL
Terreno di riempimento a tergo : RIL
Terreno di copertura : RIL
Terreno di fondazione : RIL

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof
Affondamento fondazione [m] : 0.29
Inclinazione pendio a valle [°] : 0.00

Rinforzi :
Maccaferri - Mineral Terramesh - 80° - 8/2.7 P - 0.79
Lunghezza [m] = 3.00
Interasse [m] = 0.79
Risvolto [m] = 0.65

Blocco : TMV_M02
Dati principali [m] : Larghezza = 7.00 Altezza = 0.79
Arretramento [m] = 0.40 da TMV_M01
Inclinazione paramento [°] : 10.00

Rilevato strutturale - materiale tipo : Ghiaia
Rilevato strutturale : RIL
Terreno di riempimento a tergo : RIL
Terreno di copertura : RIL
Terreno di fondazione : RIL

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof
Affondamento fondazione [m] : 0.00
Inclinazione pendio a valle [°] : 0.00

Rinforzi :
Maccaferri - Mineral Terramesh - 80° - 8/2.7 P - 0.79
Lunghezza [m] = 3.00
Interasse [m] = 0.79
Risvolto [m] = 0.65

Linear Composites - ParaGrid - 100_Seismic
Lunghezza [m] = 7.00
Interasse verticale [m] = 0.79
Offset [m] = 0.00

Blocco : TMV_M03
Dati principali [m] : Larghezza = 3.00 Altezza = 0.79
Arretramento [m] = 0.40 da TMV_M02
Inclinazione paramento [°] : 10.00

Rilevato strutturale - materiale tipo : Ghiaia
Rilevato strutturale : RIL
Terreno di riempimento a tergo : RIL
Terreno di copertura : RIL
Terreno di fondazione : RIL

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof
Affondamento fondazione [m] : 0.00
Inclinazione pendio a valle [°] : 0.00

Rinforzi :
Maccaferri - Mineral Terramesh - 80° - 8/2.7 P - 0.79
Lunghezza [m] = 3.00
Interasse [m] = 0.79
Risvolto [m] = 0.65

Blocco : TMS
Dati principali [m] : Larghezza = 4.00 Altezza = 3.00
Coordinate Origine [m] : Ascissa = 16.06 Ordinata = 2.10
Inclinazione paramento [°] : 17.00

Terreno riempimento gabbioni : GAB
Rilevato strutturale - materiale tipo : Ghiaia
Rilevato strutturale : RIL
Terreno di riempimento a tergo : RIL
Terreno di copertura : RIL
Terreno di fondazione : SITO

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof
Affondamento fondazione [m] : 0.00
Inclinazione pendio a valle [°] : 0.00

Rinforzi :
Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.0x1.0
Lunghezza [m] = 4.00
Gabbione [m] : Altezza = 1.00 Larghezza = 1.00

CARICHI

Pressione : ROCCIA Descrizione : roccia
Classe : Permanente - sfavorevole
Intensità [kN/m²] = 108.00 Inclinazione [°] = 0.00
Ascissa [m] : Da = 21.75 To = 23.80

Sisma :
Classe : Sisma
Accelerazione [m/s²] : Orizzontale = 0.31 Verticale = 0.16

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Linear Composites - ParaGrid - 100_Seismic
Carico di rottura Nominale Tr [kN/m] : 100.00
Rapporto di Scorrimento plastico : 0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico [m³/kN] : 1.10e-04
Rigidezza estensionale [kN/m] : 1111.00
Lunghezza minima di ancoraggio [m] : 0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) : 1.11
Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) : 1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) : 1.10

Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)	:	1.10
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.17
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo	:	0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla	:	0.40

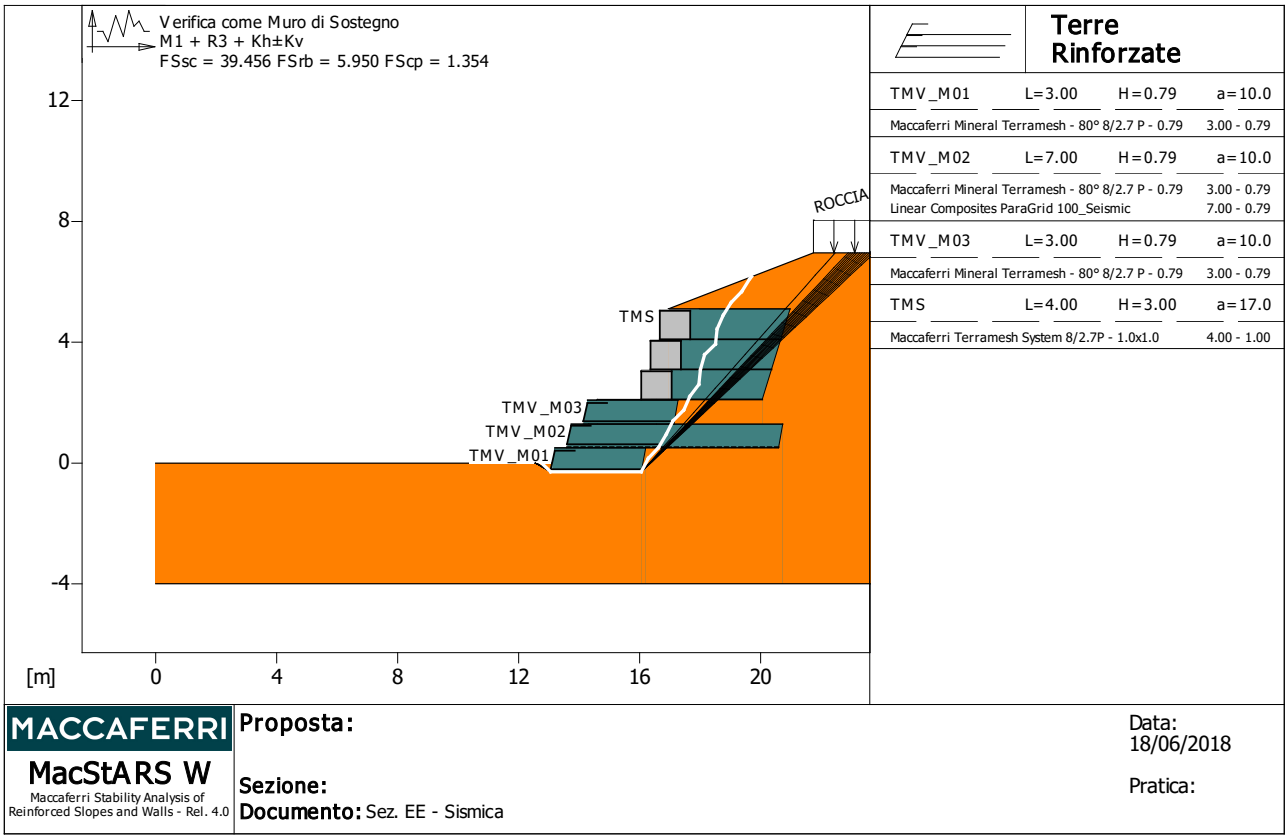
Maccaferri - Mineral Terramesh - 80° - 8/2.7 P - 0.79

Carico di rottura Nominale Tr [kN/m]	:	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico	:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico [m³/kN]	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale [kN/m]	:	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio [m]	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)	:	1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla	:	0.30

Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.0x1.0

Carico di rottura Nominale Tr [kN/m]	:	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico	:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico [m³/kN]	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale [kN/m]	:	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio [m]	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia)	:	1.26
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia)	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo)	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla)	:	1.09
Coefficiente di sicurezza al Pull-out	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla	:	0.30

VERIFICHE



Verifica come muro di sostegno :
Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv
Stabilità verificata sul blocco : TMV_M01

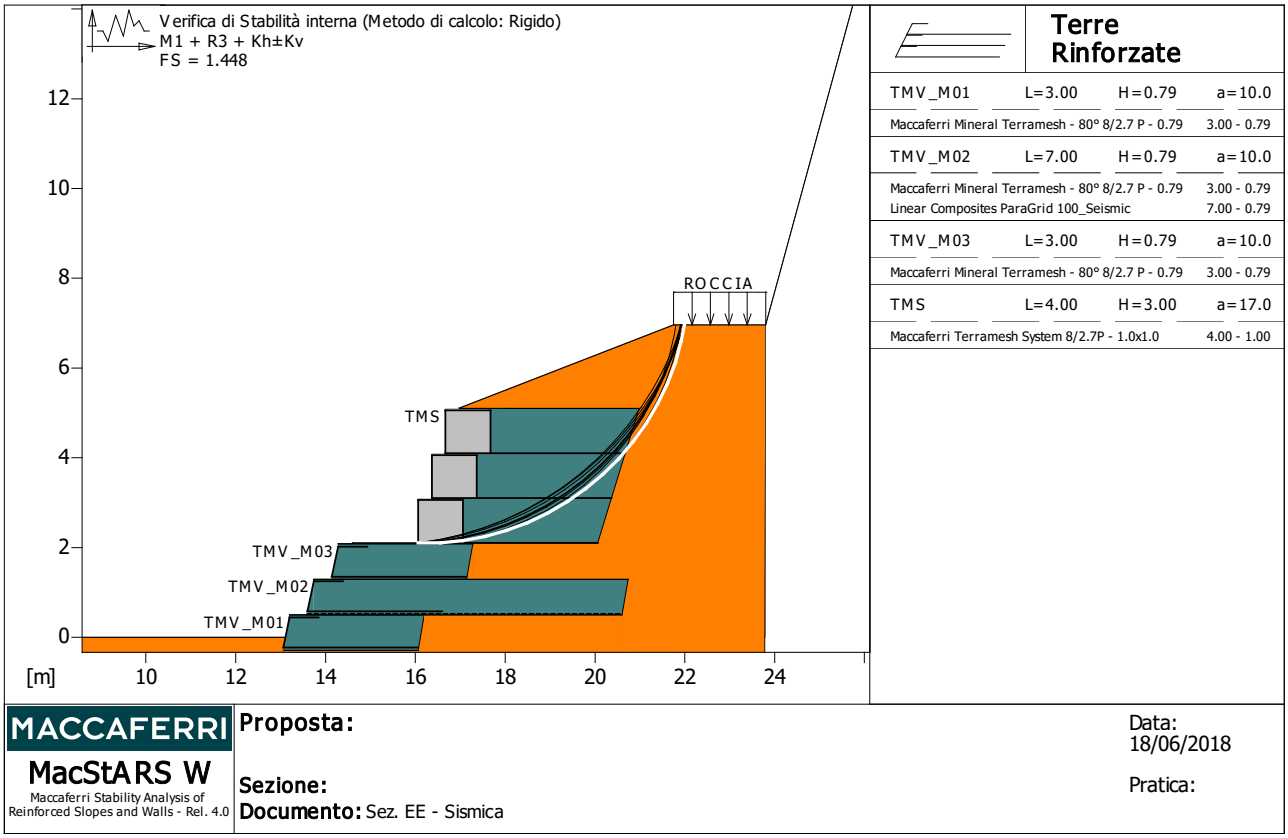
Forza Stabilizzante	[kN/m]	: 291.91
Forza Instabilizzante	[kN/m]	: 7.40
Classe scorrimento	: Coeff. parziale R - Scorrimento	
Coefficiente di sicurezza allo scorrimento		: 39.456
Momento Stabilizzante	[kN*m/m]	: 2472.90
Momento Instabilizzante	[kN*m/m]	: 415.64
Classe momento	: Coeff. parziale R - Ribaltamento	
Coefficiente di sicurezza al ribaltamento		: 5.950

Pressione ultima calcolata con metodo dell'equilibrio limite.

Pressione ultima	[kN/m²]	: 273.90
Pressione media agente	[kN/m²]	: 168.55
Classe pressione	: Coeff. parziale R - Capacità portante	
Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante		: 1.354
Fondazione equivalente	[m]	: 3.00
Eccentricità forza normale	[m]	: -2.57
Braccio momento	[m]	: 56.18
Forza normale	[kN]	: 505.61
Pressione estremo di valle	[kN/m²]	:-1941.45
Pressione estremo di monte	[kN/m²]	: 1468.48

Fattore	Classe
1.00	Permanente - sfavorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.20	Coeff. parziale R - Capacità portante
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.448

Intervallo di ricerca delle superfici

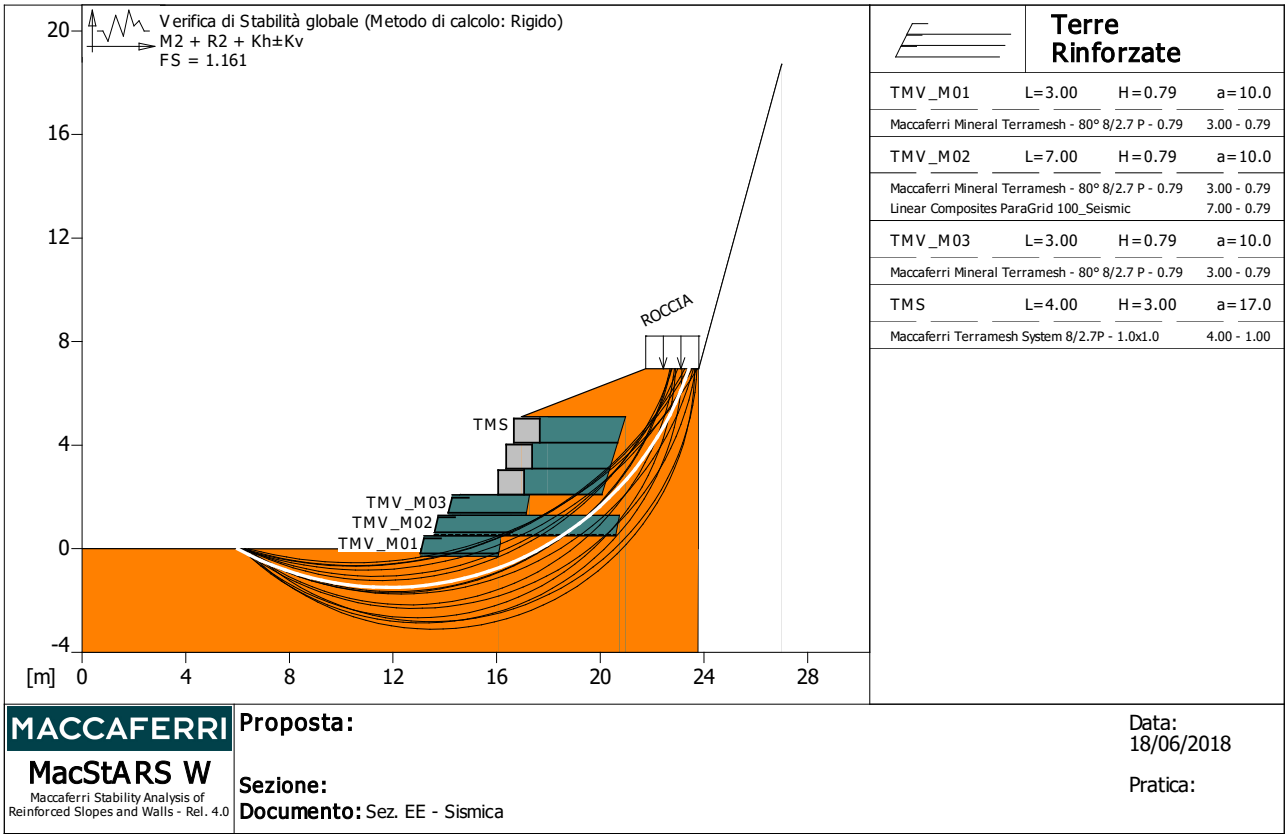
Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
TMS	Primo punto	Secondo punto
	17.00	22.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1
Numero totale superfici di prova.....: 100
Lunghezza segmenti delle superfici.....[m]....: 0.50
Angolo limite orario.....[°]....: 0.00
Angolo limite antiorario.....[°]....: 0.00

Blocco : TMS
Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.0x1.0

Y [m]	Tb rottura [kN/m]	Tp sfilamento [kN/m]	Td agente [kN/m]	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
1.000	50.0	51.3	39.7	1.26	1.29

Fattore	Classe
1.00	Permanente - sfavorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.20	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità globale :
Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.161

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
6.00	13.00	20.00	27.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 50
Numero totale superfici di prova.....: 500
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]....: 0.50
Angolo limite orario.....[°]....: 0.00
Angolo limite antiorario.....[°]....: 0.00

Blocco : TMV_M01
Maccaferri - Mineral Terramesh - 80° - 8/2.7 P - 0.79

Y [m]	Tb rottura [kN/m]	Tp sfilamento [kN/m]	Td agente [kN/m]	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
0.000	50.0	-1.0	-1.0	-50.00	1.00

Blocco : TMV_M02
Maccaferri - Mineral Terramesh - 80° - 8/2.7 P - 0.79

Y [m]	Tb rottura [kN/m]	Tp sfilamento [kN/m]	Td agente [kN/m]	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
0.000	50.0	-1.0	-1.0	-50.00	1.00

Blocco : TMV_M02
Linear Composites - ParaGrid - 100_Seismic

Y	Tb rottura	Tp sfilamento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	100.0	-1.0	-1.0	-100.00	1.00

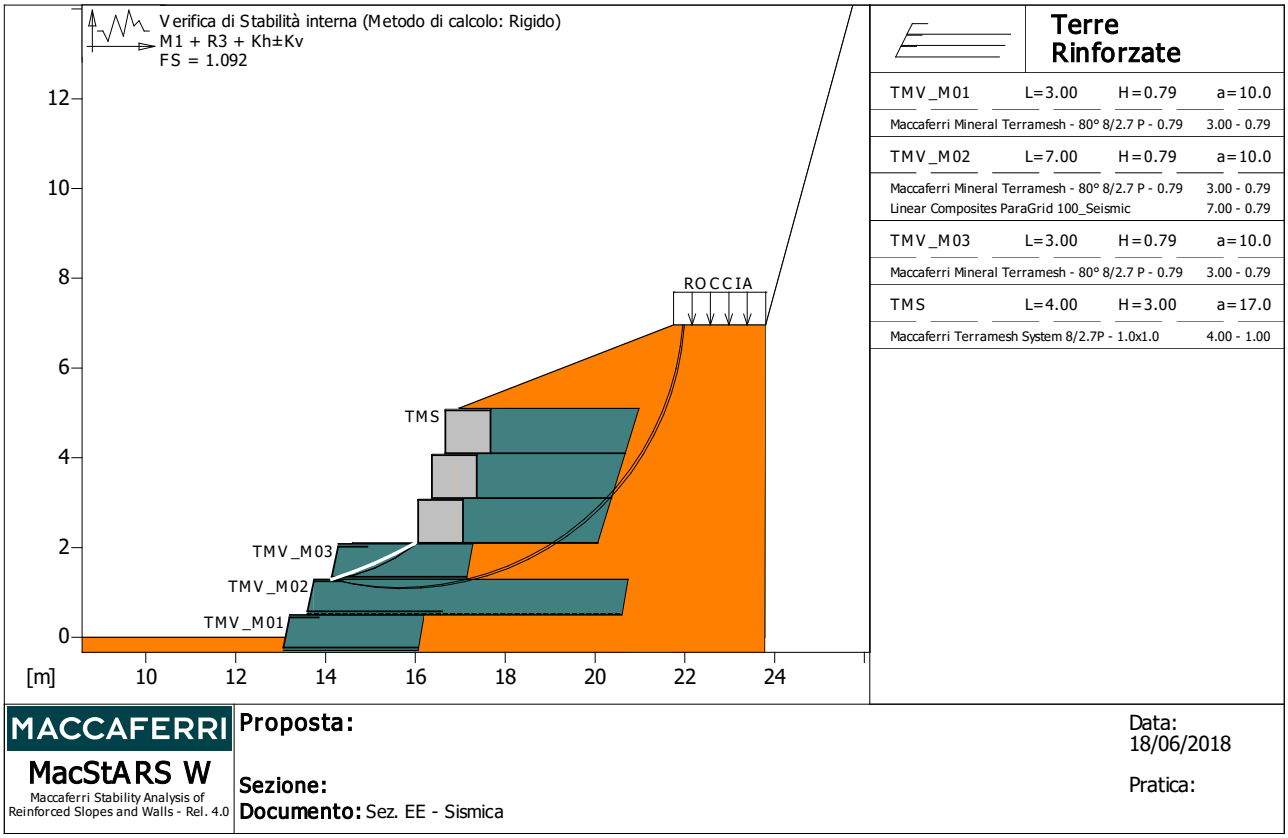
Blocco : TMV_M03
Maccaferri - Mineral Terramesh - 80° - 8/2.7 P - 0.79

Y	Tb rottura	Tp sfilamento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	-1.0	-1.0	-50.00	1.00

Blocco : TMS
Maccaferri - Terramesh System - 8/2.7P - 1.0x1.0

Y	Tb rottura	Tp sfilamento	Td agente	Tb/Td 1/Fmax	Tp/Td
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
0.000	50.0	-1.0	-1.0	-50.00	1.00
1.000	50.0	-1.0	-1.0	-50.00	1.00
2.000	50.0	-1.0	-1.0	-50.00	1.00

Fattore	Classe
1.00	Permanente - sfavorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.20	Coeff. Parziale R - Stabilità



Verifica di stabilità interna :

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.092

Blocco	Intervallo di ricerca delle superfici Segmento di arrivo, ascisse [m] Primo punto	Secondo punto
TMV_M01	16.00	22.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1
Numero totale superfici di prova.....: 100
Lunghezza segmenti delle superfici.....[m]....: 0.50
Angolo limite orario.....[°]....: 0.00
Angolo limite antiorario.....[°]....: 0.00

Fattore	Classe
1.00	Permanente - sfavorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.20	Coeff. Parziale R - Stabilità